

**データ同化と輻射伝達理論を用いた長周期地震動の即時予測：  
鳥取県西部地震・十勝沖地震・新潟県中越地震の例  
小木曾 仁・干場 充之（気象研究所）**

1. はじめに

現在、地震動即時予測において世界の主流となっているアプローチはできる限り早期に震源情報やマグニチュードを推定したのち、これらの情報を用いて強震動を予測しているが、このアプローチは時間的に近接して発生する複数の地震に対応することが難しい(Hoshihara et al., 2011, EPS; 干場・小木曾、本研究集会)。このような場合、観測値そのものから震源情報を推定することなく強震動を予測する「揺れの数値予報」(Hoshihara and Aoki, 2015, BSSA)のアプローチが有効である。

気象庁は現在、緊急地震情報として地震動即時予測情報を一般向けに発表しているほか、長周期地震動についてもその即時予測情報の発表を目指した検討を行っている。当然ながら、長周期地震動の即時予測についても、同時に発生する複数の地震を適切に取り扱えることが求められる。ゆえに、「揺れの数値予報」アプローチを長周期地震動に適用することは重要であろう。干場・青木(2015, JpGU)は東北地方太平洋沖地震に対してこのアプローチを適用し、その有効性を調査している。本発表では、近年発生した大地震のうち、平成 13 年(2000 年)鳥取県西部地震、平成 15 年(2003 年)十勝沖地震、平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震の 3 つを選択し、これらの地震について「揺れの数値予報」アプローチを適用して、長周期地震動がどのように予測されるか調査した。

2. 手法とデータ

本発表では、Hoshihara and Aoki (2015)と同様に、データ同化手法のひとつである最適内挿法を用いてある時刻における波動場の解析値を得たのち、その解析値を初期値として輻射伝達理論に基づいて波動場の時間発展を予測することとした。観測データは K-NET 及び KiK-net の地表観測点の波形記録を使用し、遮断周期 20 秒のハイパスフィルタをかけたのち積分して速度波形を計算した。得られた速度波形は、そのサイト特性を時系列フィルタを用いて K-NET つくば(IBR011)相当に補正し、2-4 秒、あるいは 4-8 秒のバンドパスフィルタをかけたのちに 3 成分の二乗和を取って入力波形とした。データ同化は 1 秒ごとに行い、また、波動場の予測計算は 20 秒後まで行った。波動場の予測値を計算するにあたり、散乱・減衰構造はとりあえず全領域で同様として行った。

3. 結果

ここでは主に 2-4 秒の速度波形を用いた結果について議論する。

鳥取県西部地震の例では、Furumura et al. (2003)と同様、震源の東側に比べて西側、南側により大きな震動が伝播していく様子が明瞭に確認できた。気象庁が試算した長周期地震動階級においても、相対的に震源の西側・南側で大きな階級が計算されている。長周期地震動階級では、大阪平野に加えて高知県東部と徳島県北部に局所的に大きな階級が計算されている。大阪平野では地震動の継続時間が長い、高知県東部や徳島県北部は相対的に短い。高知県や徳島県の大きな階級は、大阪平野と比較するとより単純なメカニズムによって長周期地震動が発達したものと考えられる。

十勝沖地震の例では、長周期地震動が発達しやすい平野部とその周辺の山岳部分との地震動のコントラストが明瞭である。この特徴は、平野部に観測点あまり存在しない KiK-net 観測点のみを利用した場合は不明瞭であった。より少ない観測点で波動場の特徴を把握したい場合、第一推定値の精度向上が不可欠である。

新潟県中越地震の例においても、主要動の波面通過後に主に堆積層の厚い地域で地震動の継続時間が長くなり、地震動が発達している様子が確認できた。一方、予測に目を向けると、大振幅が長時間継続している平野部から周辺へ波動が伝播しているように見え、平野部での長い地震動継続時間が再現できていない。武村・吉本(2012、本研究集会)を参考に、堆積層の厚い(>2500m)地域の散乱係数を大きくして計算してみたが、現実的な値では再現が難しそうである。十勝沖地震の例と合わせ、より複雑な波動伝播の過程を取り込んだ(ただし、即時予測に適用可能な程度に高速な)波動場計算が必要である。

#### 4. まとめと今後の課題

震源情報によらずに未来の波動場を予測する「揺れの数値予報」アプローチを近年発生した3つの大地震に適用し、その有効性について調べた。波動場計算には比較的単純な手法を用いているが、観測点が密に存在していれば、複雑な振幅分布を再現することが可能である。一方、未来の予測は観測値による補正がなく、すべて計算によるものとなる。正確な未来の予測のためには、より高度な、ただしリアルタイム計算が可能な程度に早い波動場の計算手法の確立が必要である。

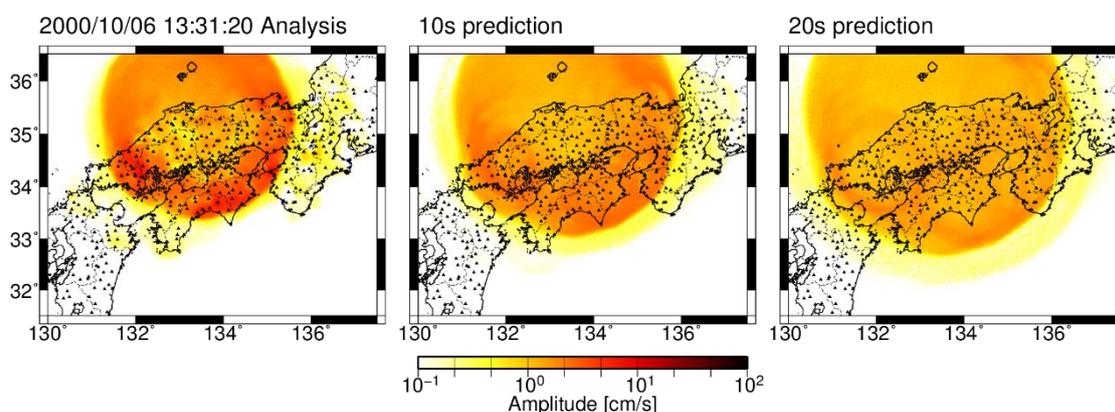


図 鳥取県西部地震における、13:31:20(オリジンタイムから 62 秒後)の推定された波動場(左)と、10 秒後予測(中)、20 秒後予測(右)の波動場。